

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP ĐO XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ CÁCH ĐIỆN CÁC MẠNG ĐIỆN MỎ HẦM LÒ ĐIỆN ÁP 1140 V VÙNG QUẢNG NINH

ThS. NGUYỄN VĂN QUÂN

Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

PGS.TS. KIM NGỌC LINH - Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Việc nâng cấp điện áp từ 660 V lên 1140 V đã và đang được nhiều đơn vị trong Tập đoàn Than-Khoáng sản Việt Nam thực hiện nhằm đáp ứng yêu cầu tăng sản lượng các khu vực khai thác. Khi nâng cấp điện áp lên 1140 V, song song với các giải pháp kỹ thuật cần đặc biệt quan tâm đến các giải pháp đảm bảo an toàn. Để đảm bảo vận hành an toàn mạng cần phải biết được tình trạng cách điện của mạng. Trong điều kiện khắc nghiệt của mỏ hầm lò, việc nghiên cứu lựa chọn được phương pháp đo phù hợp, để xác định thông số cách điện của mạng so với đất trong điều kiện vận hành có điện áp là một vấn đề có ý nghĩa quyết định đến kết quả đánh giá tình trạng cách điện của các mạng điện hầm lò điện áp 1140 V vùng Quảng Ninh.

1. Nghiên cứu phương pháp đo xác định thông số cách điện mạng ba pha trung tính cách ly

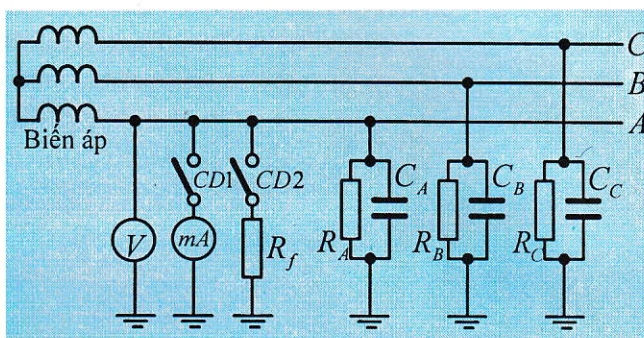
Về mặt lý thuyết, có nhiều phương pháp đo để xác định thông số cách điện của mạng ba pha trung tính cách ly khi đang vận hành dưới điện áp công tác. Đối với các mạng điện mỏ điện áp dưới 1000 V có những phương pháp cơ bản sau [1], [2].

1.1. Phương pháp không tải và ngắn mạch

Sơ đồ nguyên lý phương pháp đo như H.1. Trong phương pháp này người ta dùng vôn kế đo điện áp một pha so với đất và miliampe kế đo dòng ngắn mạch của pha này xuống đất. Đem chia kết quả đo của miliampe kế cho kết quả đo của vôn kế sẽ nhận được giá trị tổng dẫn cách điện của mạng so với đất.

Để xác định thành phần tác dụng và phản kháng của tổng dẫn cách điện, dùng điện trở phụ hoặc điện dung phụ mắc giữa pha và đất. Phương pháp này có ưu điểm là đơn giản, tính toán ít nhưng có nhược điểm là phải tạo ngắn mạch nhân

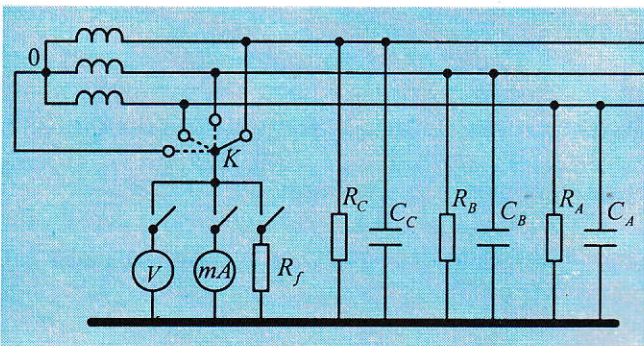
tạo nên nguy hiểm. Đặc biệt, đối với các mạng điện mỏ có khí và bụi nổ, phương pháp này không cho phép áp dụng vì khi đo phải loại bỏ thiết bị bảo vệ rò.



H.1. Phương pháp không tải và ngắn mạch

1.2. Phương pháp vôn-ampe

Sơ đồ nguyên lý phương pháp vôn-ampe như hình H.2. Trong phương pháp này tiến hành đo dòng ngắn mạch một pha so với đất và điện áp giữa pha đó so với đất. Sau đó mắc song song với vôn kế một điện trở phụ và lại đo điện áp các pha của mạng và điện áp giữa điểm trung tính của máy biến áp và đất.

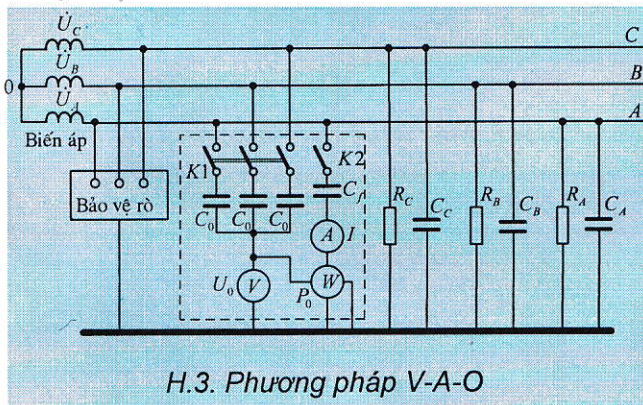


H.2. Phương pháp vôn-ampe

Sơ với phương pháp không tải và ngắn mạch thì phương pháp này phức tạp hơn, các công thức tính toán phức tạp hơn. Mặt khác phương pháp yêu cầu phải đo 6 thông số nên cần nhiều thời gian hơn. Trong khoảng thời gian đó có thể xảy ra sự thay đổi chế độ làm việc của mạng nên sai số sẽ lớn. Mặt khác, phương pháp này cũng phải tạo ngắn mạch nhân tạo nên không an toàn.

1.3. Phương pháp sử dụng vôn kế, ampe kế và oát kế (phương pháp V-A-O)

Sơ đồ nguyên lý phương pháp V-A-O như hình H.3. Phương pháp này dựa trên cơ sở xem mạng ba pha trung tính cách ly xét trong tương quan với nhánh nối ngắn mạch xuống đất qua điện dung phụ như một mạng một cửa có nguồn. Sơ đồ mạch đo theo phương pháp này khá đơn giản và dễ dàng thực hiện được việc đo trong điều kiện mở hàm lò.

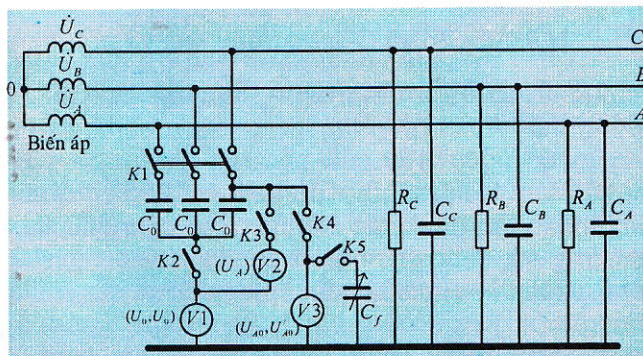


H.3. Phương pháp V-A-O

Ưu điểm chính của phương pháp là không cần thực hiện thao tác nối đất trực tiếp pha xuống đất. Điều kiện cần để áp dụng phương pháp này là thỏa mãn bất đẳng thức $U_0 \ll U_{pha}$, tức là phương pháp chỉ áp dụng được với mạng có điện áp lệch trung tính nhỏ khi đo. Đây là hạn chế của phương pháp.

1.4. Phương pháp sử dụng ba vôn kế 1

Sơ đồ nguyên lý phương pháp ba vôn kế 1 như hình H.4.



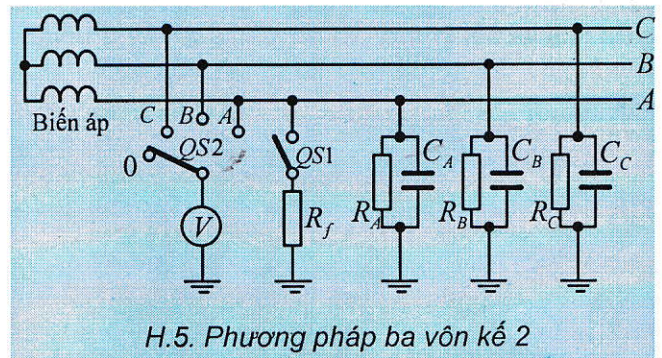
H.4. Phương pháp ba vôn kế 1

Phương pháp này có sơ đồ tương tự phương pháp dùng vôn kế, ampe kế và oát kế. Trong sơ đồ cũng tạo điểm trung tính nhân tạo bằng bộ tụ điện C_0 và đưa thêm vào mạch một điện dung phụ có thể thay đổi được. Phương pháp cũng dựa trên cơ sở coi mạng ba pha xét với nhánh điện dung phụ là một mạng một cửa có nguồn.

Bằng cách đo điện áp giữa một pha và điểm trung tính nhân tạo với đất trong hai trường hợp, có và không có điện dung phụ rồi sử dụng các công thức để tính ra thông số cách điện của mạng. Ưu điểm của phương pháp ba vôn kế cũng là không cần thực hiện thao tác nối đất trực tiếp pha xuống đất. Hạn chế của phương pháp cũng giống như phương pháp V-A-O, tức là phương pháp cũng chỉ áp dụng được với mạng có điện áp lệch trung tính nhỏ khi đo.

1.5. Phương pháp ba vôn kế 2

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp ba vôn kế 2 như hình H.5. Trong phương pháp này sử dụng ba vôn kế đo điện áp các pha của mạng so với đất trong hai trường hợp: trước và sau khi mắc thêm điện trở phụ (hoặc điện dung phụ) giữa một pha và đất rồi sử dụng các công thức để tính toán.



H.5. Phương pháp ba vôn kế 2

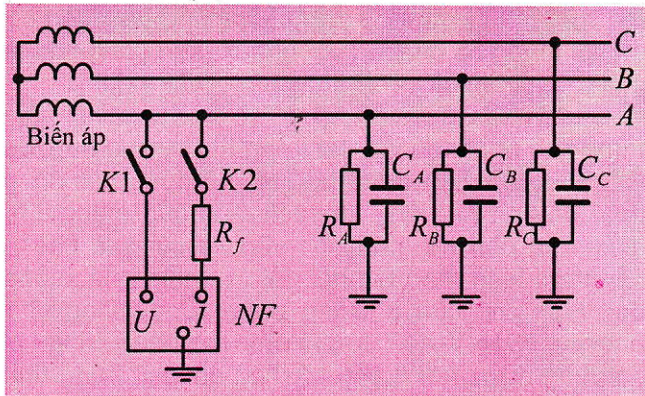
Ưu điểm nổi bật của phương pháp này là không cần tạo ngắn mạch nhân tạo nên rất phù hợp với các mạng điện mở. Nhược điểm của phương pháp là tính toán phức tạp. Tuy nhiên, nếu kết hợp với máy tính sẽ thuận lợi cho việc đo tự động thông số cách điện của mạng.

1.6. Phương pháp sử dụng dụng cụ nhạy pha

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp này như hình H.6. Ở phương pháp này dùng một dụng cụ nhạy pha để đo trị hiệu dụng và góc pha của dòng điện chảy qua một điện trở phụ mắc giữa pha bất kỳ với đất. Đồng thời đo trị hiệu dụng và góc pha của điện áp giữa pha đó với đất rồi áp dụng các công thức tính toán. Nhược điểm của phương pháp là phải có dụng cụ đo được góc lệch pha.

Đối với các mạng điện mở điện áp trên 1000 V, có thể áp dụng các phương pháp tương tự đã nêu ở trên

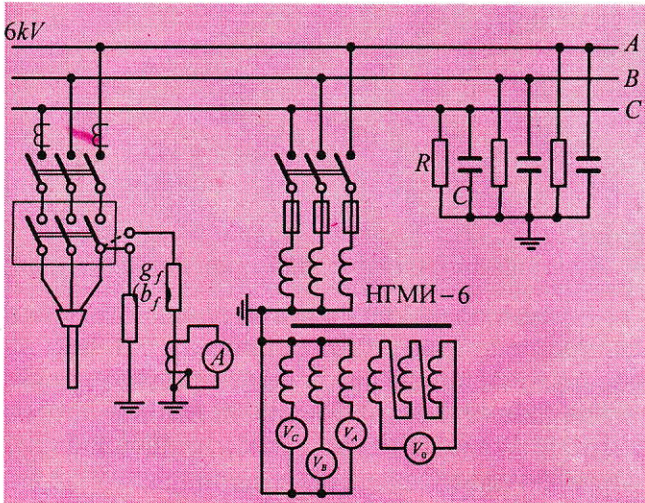
để đo thông số cách điện. Điểm khác biệt là kỹ thuật thực hiện phép đo để đảm bảo an toàn. Thực tế có thể áp dụng những phương pháp sau [3].



H.6. Phương pháp dùng dụng cụ đo pha

1.7. Phương pháp không tải và ngắn mạch

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp như hình H.7. Ở đây người ta đo điện áp không tải bằng vôn kế mắc qua biến áp đo lường và dòng ngắn mạch bằng ampe kế qua máy biến dòng. Để xác định thành phần tác dụng và phản kháng của tổng dẫn cách điện, thường sử dụng điện dung phụ mắc giữa pha và đất.

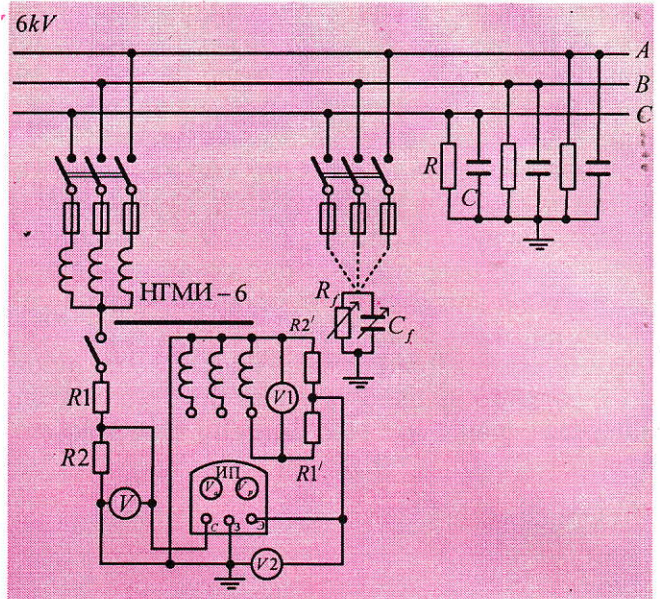


H.7. Phương pháp không tải và ngắn mạch

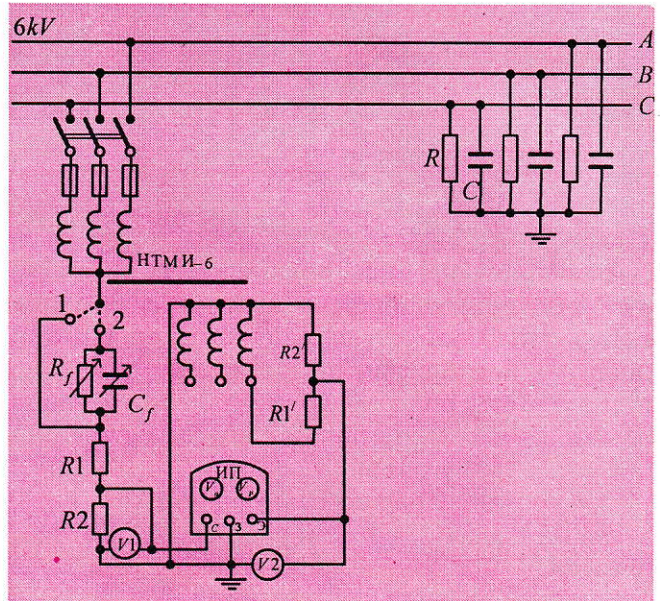
1.8. Phương pháp sử dụng dụng cụ nhạy pha

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp như hình H.8 và H.9. Trong phương pháp này, thông số cách điện của mạng so với đất được xác định bằng kết quả đo mô đun và góc lệch pha giữa điện áp thứ tự không và điện áp pha của mạng. Để xác định thành phần tác dụng và phản kháng của tổng trở cách điện, tiến hành đo góc lệch pha giữa điện áp thứ tự không và một trong các điện áp pha ở chế độ làm việc bình thường và ở chế độ khi mắc thêm

một tổng dẫn phụ giữa một pha của mạng và đất (hình H.8), hoặc giữa trung tính và đất (hình H.9).



H.8. Mắc R_f và C_f giữa pha và đất

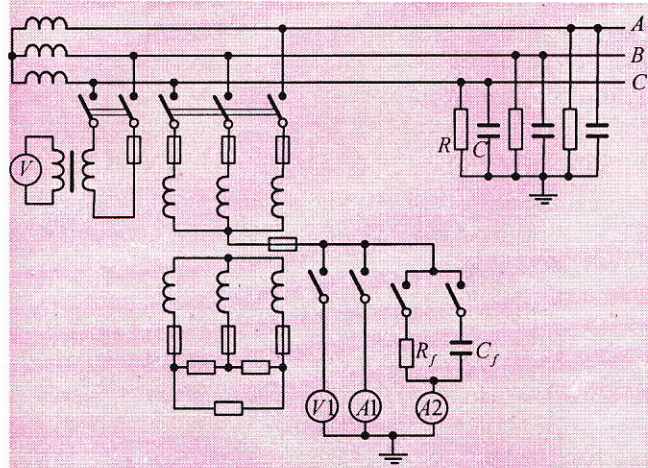


H.9. Mắc R_f và C_f giữa trung tính và đất

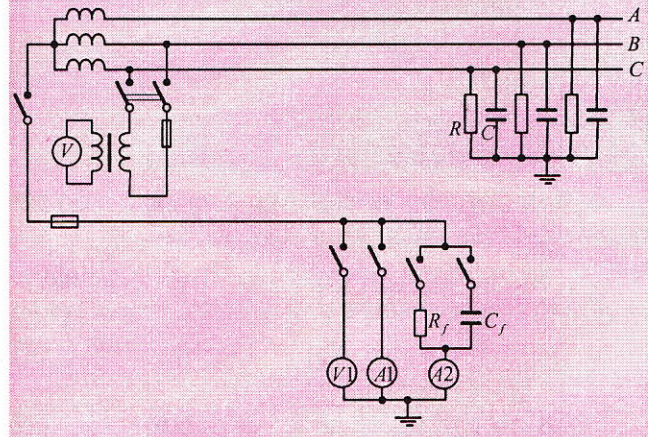
1.9. Phương pháp đo mô đun của điện áp và dòng điện thứ tự không

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp như hình H.10 và H.11. Trong sơ đồ hình H.10, điểm trung tính nhân tạo được tạo bởi ba cuộn cảm đấu sao-thường sử dụng máy biến áp ba pha công suất nhỏ. Phía thứ cấp của biến áp này được nối với tải trong thời gian đo. Nếu biến áp lực cho phép lấy được điểm trung tính thì không cần mắc biến áp để tạo điểm trung tính nhân tạo. Sơ đồ đo lúc đó như

hình H.11. Để xác định thành phần tác dụng và phản kháng của tổng trở cách điện, đo thêm dòng I_X và dòng I_R bằng ampe kế A_2 khi mắc thêm điện dung phụ hoặc điện trở phụ giữa trung tính và đất. Đồng thời khi đó vôn kế V_1 sẽ đo được điện áp U_X hoặc U_R . Theo kết quả đo xác định được các thành phần tác dụng và phản kháng của tổng trở cách điện theo biểu thức [3].



H.10. Sử dụng trung tính nhân tạo



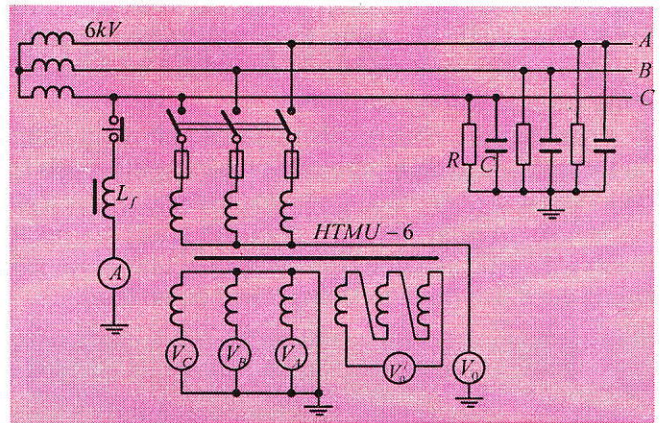
H.11. Sử dụng trung tính của máy biến áp lực

1.10. Phương pháp đo mô đun của điện áp thứ tự không và dòng ngắn mạch pha với đất qua điện trở phụ hoặc điện cảm phụ

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp như hình H.12. Theo phương pháp này người ta đo điện áp lệch trung tính và dòng điện qua một điện trở phụ (hoặc cuộn cảm phụ) mắc thêm giữa một pha và đất. Thường mắc lần lượt vào cả ba pha, đo áp và dòng sau đó lấy kết quả đo trung bình.

Ngoài ra còn một số phương pháp khác như phương pháp dùng hai nguồn đo có trị số hiệu dụng khác nhau nhưng cùng tần số và trùng pha, phương pháp dùng ba nguồn đo có trị số hiệu dụng

bằng nhau nhưng lệch pha nhau một phần ba chu kỳ, phương pháp dùng nguồn đo một chiều, phương pháp đo tần số cộng hưởng, phương pháp đo tần số dao động tắt dần của thành phần thứ tự không... [3].



H.12. Đo mô đun điện áp thứ tự không và dòng ngắn mạch qua L_f

2. Lựa chọn phương pháp đo để xác định thông số cách điện của các mạng điện mô phỏng lò điện áp 1140 V vùng Quảng Ninh

Như phần trên đã trình bày, hiện nay có khá nhiều phương pháp đo để xác định các thông số cách điện của mạng ba pha trung tính cách ly nối chung và mạng điện mô phỏng lò nói riêng. Để nhận được số liệu thực nghiệm đủ chính xác thì phương pháp đo sử dụng phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- ❖ Phép đo được tiến hành đơn giản và tin cậy;
- ❖ Phép đo phải có độ chính xác theo yêu cầu;
- ❖ Phải đảm bảo an toàn khi thực hiện các phép đo.

Mạng điện 1140 V theo phân loại thuộc loại mạng điện áp lớn hơn 1000 V. Vì vậy, về nguyên tắc cần áp dụng các phương pháp đo thông số cách điện đối với thiết bị điện có điện áp lớn hơn 1000 V. Tuy nhiên, bản chất các phương pháp đo thông số cách điện mạng điện cấp điện áp nhỏ hơn và lớn hơn 1000 V là không khác nhau. Điều khác biệt chính là kỹ thuật thực hiện phép đo để đảm bảo an toàn (mạng điện 6 kV trở lên các thiết bị đo thường được mắc qua biến áp đo lường hoặc biến dòng). Hiện nay do sự phát triển của khoa học và công nghệ nên các thiết bị đo cũng hoàn thiện hơn. Các dụng cụ đo dòng và áp với mức cách điện vài kV đã trở nên thông dụng. Vì vậy, để đơn giản cho việc đo thông số cách điện của mạng điện mô 1140 V, chúng tôi đề nghị lấy các phương pháp đo dùng cho mạng dưới 1000 V để lựa chọn.

Đối với các mạng điện mô phỏng lò, yêu cầu đảm bảo an toàn khi thực hiện phép đo là yêu cầu chính của phương pháp đo thông số cách điện của mạng. Các phương pháp thỏa mãn yêu cầu này là

các phương pháp mà khi tiến hành đo không đòi hỏi loại bỏ thiết bị bảo vệ rò trong mạng. Trường hợp ngược lại, tức là khi đo phải loại bỏ thiết bị bảo vệ rò, sẽ làm tăng không chỉ tính nguy hiểm khi thực hiện phép đo mà còn làm tăng xác suất tai nạn điện giết đối với con người và làm tăng nguy cơ phát sinh hỏa hoạn, cháy nổ bầu không khí mỏ.

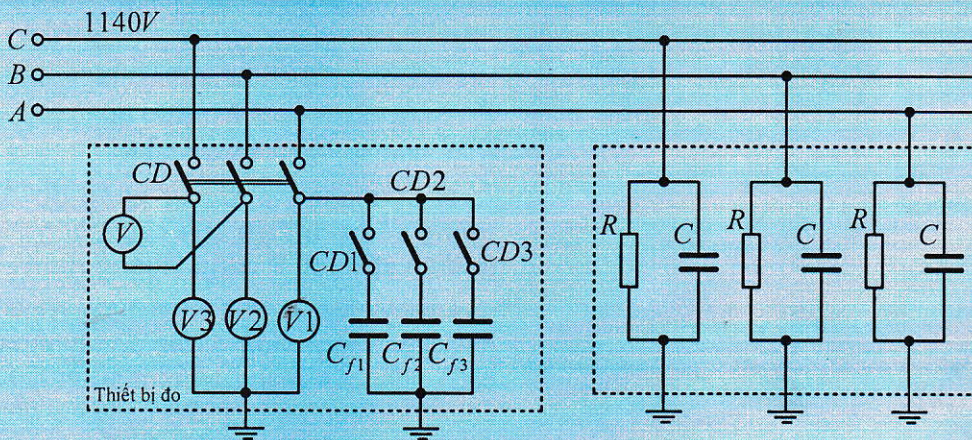
Phân tích ưu, nhược điểm của các phương pháp đo thông số cách điện mạng ba pha trung tính cách ly đã trình bày ở phần trên, chúng tôi đề nghị:

❖ Các phương pháp đo phải tiến hành nối ngắn mạch với đất do yêu cầu phải cắt thiết bị bảo vệ rò nên không được lựa chọn do không đảm bảo an toàn.

❖ Các phương pháp cần sử dụng dụng cụ nhạy pha do điều kiện không có được thiết bị loại này nên cũng không được lựa chọn.

❖ Phương pháp V-A-O và phương pháp ba vôn kế 1 có yêu cầu phải đảm bảo điều kiện $U_0 \ll U_{pha}$ nên cũng không được lựa chọn.

❖ Phương pháp ba vôn kế 2 có ưu điểm nổi bật là không cần tạo ngắn mạch nhân tạo, kỹ thuật đo và dụng cụ đo đơn giản, tính toán tuy phức tạp nhưng nếu kết hợp với máy tính lại thuận lợi nên các tác giả lựa chọn để thiết kế dụng cụ đo các thông số cách điện mạng 1140 V hầm lò vùng Quảng Ninh. Hình H.13 là sơ đồ nguyên lý thiết bị đo theo phương pháp đã chọn.



H.13. Sơ đồ nguyên lý thiết bị đo để xác định thông số cách điện mạng điện mỏ hầm lò điện áp 1140 V vùng Quảng Ninh

Trình tự thực hiện phép đo gồm các bước:

❖ Nối đất thiết bị đo; tắt cả các cầu dao để ở vị trí hở mạch;

❖ Cắt máy cắt phi đe (AΦB) đầu ra máy biến áp khu vực; nối dây thiết bị đo với máy cắt phi đe; chuyển các dụng cụ đo về thang giới hạn đo cao nhất;

❖ Đóng máy cắt phi đe;

❖ Đóng cầu dao CD và ghi số chỉ của các vôn kế: V - đo điện áp dây của mạng; V₁, V₂, V₃ - đo điện áp các pha của mạng so với đất;

❖ Đóng cầu dao CD₁ mắc điện dung phụ C_{f1} giữa một pha của mạng và đất;

❖ Đọc và ghi số chỉ của các vôn kế. Nếu kết quả số chỉ của vôn kế V₁ trong hai lần đo khác nhau lớn hơn 10 % thì kết thúc việc đo;

❖ Nếu kết quả đo điện áp pha so với đất trước khi mắc điện dung phụ và sau khi mắc điện dung phụ khác nhau nhỏ hơn 10 % thì thực hiện ngắt cầu dao CD₁ và lặp lại bước 5 bằng việc đóng cầu dao CD₂ hoặc CD₃ để chọn lại điện dung phụ.

❖ Sau khi thực hiện xong phép đo cắt máy cắt phi đe, tháo dây thiết bị đo khỏi máy cắt phi đe.

❖ Tính điện dẫn và điện nạp tổng cách điện của mạng theo biểu thức (1):

$$\left. \begin{aligned} g_z &= \frac{1}{R_z} = \frac{\omega C_f (da' - d'a)}{(a-a')^2 + (d-d')^2} \\ C_z &= \frac{C_f [a'(a-a') - d'(d-d')]}{(a-a')^2 + (d-d')^2} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Trong đó các hệ số a, a', d, d' được xác định theo biểu thức (2):

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{2U_A^2 - (U_B^2 + U_C^2)}{6U_f} + U_f \\ a' &= \frac{2U_A'^2 - (U_B'^2 + U_C'^2)}{6U_f} + U_f \\ d &= \frac{U_C^2 - U_B^2}{2\sqrt{3}U_f} \\ d' &= \frac{U_C'^2 - U_B'^2}{2\sqrt{3}U_f} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Chú ý khi thực hiện phép đo phải đảm bảo tất cả các thiết bị điện trong mạng đang làm việc bình thường.

(Xem tiếp trang 13)

rác sử dụng than Nông Sơn lần nhiên liệu đã gây dị thường xạ > 300 Mren/năm. Giải pháp hiệu quả nhất để thu hồi Urani từ tro than là tập trung nguồn than có chứa Urani của Nông Sơn sử dụng cho một hộ tiêu thụ, chẳng hạn cho một nhà máy nhiệt điện.

2. Mỏ than Núi Hồng

Ở Việt Nam có rất nhiều mỏ than khác nhau nhưng có đến nay than Núi Hồng được gọi là than chứa Gecmani (Ge). Đây là than tái trầm tích từ than Trát nằm trong tầng Văn Lãng. Điều kiện tái lắng đọng của loại than này đến nay chưa rõ. Than ở đây gồm nhiều vỉa khác nhau nằm gần mặt đất. Theo kết quả khảo sát địa chất năm 1973 của các nhà địa chất Hungari thì hàm lượng Ge dao động trong khoảng $0,004 \div 0,03$ % và trữ lượng cấp C_1-C_2 khoảng 160 tấn, còn trữ lượng than khoảng 9.500.000 tấn và chứa khoảng 300 tấn oxyt Urani (U_3O_8) với hàm lượng 0,01 %. Điều kiện khai thác than và các nguyên tố phóng xạ, nguyên tố hiếm đi kèm than thuận lợi, giao thông dễ dàng (mỏ cách Hà Nội chỉ khoảng 100 km), nhưng công nghệ thu hồi Ge không đơn giản. Than ở mỏ này đã và đang được khai thác, sử dụng, nhưng tro than không được thu hồi để tận thu nguyên tố quý hiếm là Ge. Đây là một tổn thất lớn trong khai thác và sử dụng tổng hợp tài nguyên, đảm bảo phát triển bền vững, cần được nghiên cứu giải quyết sớm.

Tài nguyên Urani trong cát kết mỏ than Núi Hồng được xác định dựa trên cơ sở tài liệu carota lỗ khoan là chính. Trong 11 lỗ khoan gặp cát kết thì chỉ có 3 lỗ khoan có dị thường Urani với chiều dày lớp cát kết > 35 m, hàm lượng 0,01 % U_3O_8 . Các kết quả điều tra cho thấy, tiềm năng Urani trong đá vây quanh (cát kết) ở mỏ Núi Hồng với hàm lượng 0,01 % U_3O_8 dự báo cấp P_3 là 3000 tấn.

Ngoài Urani trong cát kết, trong than cũng có chứa Urani. Các kết quả điều tra cho thấy tài nguyên Urani trong than Núi Hồng được tính dựa theo tổng trữ lượng than các cấp $A+B+C_1$ là 15 triệu tấn, với tỉ lệ gặp Urani 13,6 %, tương đương 2,04 triệu tấn than có chứa Urani với hàm lượng U_3O_8 trung bình 0,022 %, tính ra tài nguyên Urani tương đương cấp P_3 khoảng 448 tấn U_3O_8 . Các nghiên cứu chi tiết khác về than Núi Hồng chưa được tiến hành.

3. Kết luận

Từ những kết quả thu thập phân tích và tổng hợp các nguồn tài liệu, đánh giá sơ bộ về các nguyên tố phóng xạ và các nguyên tố hiếm đi kèm trong than ở một số mỏ. Từ đây các nhà quản lý, các nhà khoa học có thể có những định hướng để khai thác tận thu tối đa tài nguyên lòng đất phục vụ cho sự phát triển của đất nước, những nguyên tố này nếu không được triển khai sớm thì sau khi khai thác xong sẽ rất khó có thể tận thu được. Do vậy cần tiến hành nghiên cứu sâu hơn và tiến hành khai thác song song với quá trình khai thác các mỏ than. □

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

In coal mining in our country, so far mostly focused on coal mining activity, not much attention to the factors associated minerals, especially rare elements. The article is based on collection results and analysis of aggregate resources, and first preliminary assessment of the radioactive elements and rare elements included in the coal in some mines. From here there may be oriented to the exploitation of (the rare element) maximum soil resources.

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN...

(Tiếp theo trang 10)

3. Kết luận

Sơ đồ hình H.13 mô tả thiết bị và kỹ thuật đo đơn giản, phương pháp đo không cần tạo ngắn mạch nhân tạo nên an toàn và không phải loại bỏ thiết bị bảo vệ rò. Đây là sơ đồ đo phù hợp để xác định các thông số cách điện các mạng 1140 V mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sapencô E. Ph., Surtrep L. I., Kulesôp P. N. Cáp mỏ và mạch an toàn điện. "Hạt nhân", Matxcova. 1988.
2. Surtrep L. I., Sapencô E. Ph. Cáp điện mỏ và mạch an toàn điện. "Hạt nhân", Matxcova. 1978.
3. Suski V. I. An toàn điện trong công nghiệp mỏ. "Hạt nhân", Matxcova. 1977.

Người biên tập: Đào Đắc Tạo

SUMMARY

This paper presents results of research selected suitable measurement methods and design measurement diagrams to determine the parameters of the insulation electrical network voltage 1140V underground mines in Quảng Ninh province.